

ЮБИЛЕИ

50 ЛЕТ КАФЕДРЕ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ УРАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА им. А. М. ГОРЬКОГО

Кафедра высокомолекулярных соединений была создана в Уральском государственном университете доктором химических наук, профессором А. А. Тагер в 1958 г., однако изучение свойств полимеров началось на 10 лет раньше в лаборатории коллоидной химии при кафедре физической химии УрГУ. А. А. Тагер заведовала кафедрой до 1986 г. В последующие годы кафедрой руководили профессор М. В. Цилипоткина (1986–1988), доцент В. М. Андреева (1988–1991), профессор А. И. Суворова (1991–2001). С 2001 г. кафедрой заведует профессор С. А. Вшивков.



Доктор химических наук, профессор А. А. Тагер — основатель и заведующая кафедрой в 1958–1986 гг.

Основное направление исследований, проводимых на кафедре с момента ее создания, связано с изучением термодинамики, структуры и свойств полимерных систем. Являясь ученицей и последователем работ крупнейшего отечественного ученого в области физикохимии полимеров академика В. А. Каргина, А. А. Тагер заложила основы термодинамических исследований концентрированных растворов полимеров. В 1951 г. была издана ее монография «Растворы высокомолекулярных соединений» — первая в СССР книга, посвященная проблемам растворов высокомолекулярных соединений. Учебник А. А. Тагер «Физикохимия полимеров», написанный в 1973 г., выдержал шесть изданий, в том числе два — на английском языке. Он до сих пор является наиболее известным и общепризнанным учебником в университетах России и стран ближнего зарубежья.

В 1950–1970 гг. А. А. Тагер совместно с М. В. Цилипоткиной были выполнены фундаментальные работы по структуре и термодинамике

сорбции различных полимерных сорбентов. В эти же годы были проведены работы по реологии концентрированных растворов полимеров (А. А. Тагер, В. Е. Древаль, Г. О. Ботвинник, М. С. Луцкий, М. К. Курбаналиев), показавшие роль качества растворителя в реологии полимерных систем. В 1970—1980 гг. были выполнены работы, выявившие влияние химического строения пластификаторов на термодинамику образования, фазовые равновесия и температуры стеклования полимерных систем (А. А. Тагер, А. И. Суворова). Важные исследования были проведены по изучению структуры растворов методом светорассеяния (А. А. Тагер, В. Н. Кулезнев, В. М. Андреева, А. А. Аникеева, С. А. Вшивков, И. С. Тюкова), которые выявили роль качества растворителя, фазовых переходов, концентрации и молекулярной массы полимеров в образовании надмолекулярных структур в растворах полимеров. В совместных работах А. А. Тагер и Б. И. Лировой была заложена основа методологии применения ИК-спектроскопии для оценки взаимодействия полимеров с растворителями и растворами солей. Термодинамические исследования растворов и смесей полимеров, выяснившие условия образования стабильных систем, были выполнены А. А. Тагер с Л. В. Адамовой, а также Ю. С. Бессоновым, А. П. Сафроновым, В. С. Блиновым.

Результаты работ опубликованы в многочисленных статьях в России и за рубежом, отражены в монографиях, включены в учебную литературу, что свидетельствует о признании созданной на Урале научной школы физикохимии полимеров.

Общее направление работ, проводимых в настоящее время на кафедре, базируется на заложенном ранее фундаменте и связано с изучением структуры, термодинамики образования, фазовых переходов и свойств многокомпонентных полимерных систем. Термодинамика смешения полимеров (каучуков, полимерных стекол, аморфных полимеров с кристаллическими, синтетических полимеров с природными) изучается в работах А. И. Суворовой, А. П. Сафронова, Л. В. Адамовой, И. С. Тюковой. Обнаружено влияние химической природы, соотношения компонентов, надмолекулярной структуры полимеров и способов получения полимерных композиций на их термодинамическую устойчивость. Доказано влияние кристалличности и стеклообразности полимера на термодинамические па-



Доктор химических наук, профессор М. В. Цилипоткина — заведующая кафедрой в 1986—1988 гг.



Доктор химических наук, доцент В. М. Андреева — заведующая кафедрой в 1988—1991 гг.

раметры смесей. Установлена корреляция между термодинамической совместимостью компонентов и механическими характеристиками пленок, полученных из смесей полимеров. Показано влияние на фазовое равновесие и термодинамические характеристики смесей полимеров химической природы аморфного компонента, степени сшивания каучуков и их стереорегулярности.

Исследованию влияния механического и магнитного полей на фазовые переходы и структуру растворов и смесей полимеров (в том числе жидкокристаллических) посвящены работы С. А. Вшивкова, Е. В. Русиновой. В этих исследованиях установлена взаимосвязь между макроявлением — смещением при деформировании бинодалей и кривых ликвидуса и микроявлением — изменением размеров макромолекул. Обнаружено проявление принципа температурно-временной суперпозиции в фазовых переходах полимерных смесей, доказано подавление кристаллизации полимеров механическим стеклованием деформируемого аморфного полимера — матрицы, выявлена смена типа фазового распада систем с кристаллического на аморфное при деформировании. Показано, что магнитное и сдвиговое поле приводит к изменению типа жидких кристаллов с холестерического на нематический, образованию доменной структуры в растворах и расширению температурно-концентрационной области существования ЖК-фазы. При этом ЖК-растворы являются «системами с памятью»: после прекращения воздействия на них магнитного поля ориентация макромолекул и повышенная температура фазового перехода сохраняются в течение многих часов. С увеличением молекулярной массы полимера способность макромолекул к ориентации в магнитном и механическом поле уменьшается. Полученные результаты обобщены в монографии С. А. Вшивкова «Методы исследования фазового равновесия растворов полимеров» (Екатеринбург, 1991) и учебном пособии С. А. Вшивкова, Е. В. Русиновой «Фазовые переходы в полимерных системах, вызванные механическим полем» (Екатеринбург, 2001).



Доктор химических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ
А. И. Суворова — заведующая кафедрой в 1991–2001 гг.

Важное место занимают исследования свойств экологически безопасных смесей синтетических и природных полимеров (А. И. Суворова, А. П. Сафронов, И. С. Тюкова). Впервые определены термодинамические функции смещения природного полисахарида — крахмала с производными целлюлозы. Обнаружено влияние состава смесей и природы взаимодействующих групп полимеров на изменение энергии Гиббса, энтальпии и энтропии систем во всей области составов. Для систем крахмал — сополиамиды показано влияние содержания крахмала в смеси на реологические характеристики, определяющие возможность формования из смесей изделий, и на способность пленок смесей к биодegradации. Начаты работы по изучению комплекса свойств биоразлагаемых сме-

сей, содержащих другой полисахарид — хитозан и пектины различного растительного происхождения.

Начаты исследования (А. П. Сафронов, Т. В. Терзиян) ион-полимерного взаимодействия, структурных переходов и электрических явлений в водных растворах и гелях природных и синтетических полимеров, моделирующих поведение живых систем. Выявлено, что взаимодействие компонентов таких систем сопровождается существенными тепловыми эффектами, обусловленными как кулоновскими взаимодействиями, так и различными типами гидратации с участием гидрофильных и гидрофобных групп полимеров.

Вопросы обеспечения экологической безопасности производства и применения полимерных композиций изучаются Б. И. Лировой и Е. А. Лютиковой. Исследования направлены на выяснение роли меж- и ион-молекулярных взаимодействий и процессов миграции в формировании структуры и свойств полимерных композиций. На базе метода ИК-спектроскопии разработана уникальная методика изучения кинетики процесса выделения низкомолекулярных веществ из полимерных материалов, позволяющая осуществить новые подходы к целенаправленному регулированию экологической надежности и эксплуатационных свойств полимерных композиций. Установлены закономерности влияния химической природы и содержания пластификатора и наполнителя на кинетику и механизм процессов их миграции из пластифицированных композиций на основе ПВХ. Показано, что различие в эффективных коэффициентах диффузии пластификаторов определяется сложным конкурирующим взаимодействием компонентов в системе, природой образующихся сольваток комплексов и их прочностью, а также степенью молекулярной упорядоченности полимерной матрицы. Изучены процессы сольватации и ионной ассоциации в твердых полимерных электролитах на основе сополимеров акрилонитрила и бутадиена и гексафторарсената лития. Оценено количественное соотношение свободных ионов, ионных пар и тройников при различных концентрациях соли. Методом ИК-спектроскопии изучено фазовое равновесие в системе полимер — соль.

Кафедра проводит исследования совместно с институтами Москвы (ИНХС РАН, Академия тонкой химической технологии, Академия биотехнологии), Санкт-Петербурга (Институт высокомолекулярных соединений РАН), Иркутским государственным университетом, Уральским отделением РАН. Созданы совместные лаборатории с Институтом органического синтеза УрО РАН, Институтом теплофизики УрО РАН, а также кафедральная лаборатория анализа и сертификации полимерных материалов, лаборатория молекулярной спектроскопии. Научные исследования поддерживаются грантами РФФИ и CRDF.



Доктор химических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ
С. А. Вшивков — заведующий кафедрой с 2001 г.

Кафедра готовит бакалавров, специалистов и магистров по двум специализациям: «Высокомолекулярные соединения» и «Химия окружающей среды и химическая экспертиза». За годы, прошедшие с момента основания кафедры, подготовлено свыше 500 специалистов в области полимерной науки. Многие работы выпускников кафедры докладывались на различных конференциях и были отмечены дипломами и грамотами:

МВ и ССО СССР — Д. Карлинская, М. Иовлева, Л. Мужева (1952), А. Подлесняк (1962), К. Хабарова, Е. Евсина (1964), Л. Денщикова (1965), Т. Чарикова (серебряная медаль, 1968), Н. Артюх (1978), Л. Юрьева (1979), А. Крякунов (медаль «Лауреат Всесоюзного конкурса», 1985);

Минвуза РСФСР — М. Балашова, В. Верхотурцева (1986), О. Пыжьянова, С. Князева, М. Лубягин, В. Войт, Г. Меньшиков (1987), К. Раков (медаль «Лауреат Всероссийского конкурса», 1989).

Н. Глазовская заняла II место на Всесоюзной студенческой олимпиаде по химии (1977). Ленинскими стипендиатами были А. Семухина (1961) и С. А. Вшивков (1969, 1970).

Выпускники кафедры защитили 44 кандидатских и 11 докторских диссертаций, в том числе на кафедре подготовлены 41 кандидатская и 6 докторских диссертаций: В. Е. Древаль (1974), М. В. Цилипоткина (1981), С. А. Вшивков (1993), А. И. Суворова (1996), А. П. Сафронов (2000), Е. А. Русинова (2007). В настоящее время на кафедре работают четыре доктора наук, профессора и пять кандидатов наук (четыре доцента и ассистент).

Все преподаватели кафедры активно трудятся над усовершенствованием учебного процесса. В этой инновационной деятельности следует выделить наиболее значимые результаты.

Преподавателями кафедры подготовлены следующие учебники и учебные пособия:

Тагер А. А. Высокомолекулярные соединения. М.: Химия, 1951;

Тагер А. А. Физико-химия полимеров. М.: Химия, 1965, 1968, 1978;

Тагер А. А. Физико-химия полимеров. М.: Научный мир, 2007;

Тагер А. А. Physical Chemistry of Polymers. М.: Мир, 1968, 1978;

Вшивков С. А. Методы исследования фазового равновесия растворов полимеров. Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1991;

Тагер А. А. Основы учения о растворах неэлектролитов. Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1992;

Вшивков С. А., Русинова Е. В. Фазовые переходы в полимерных системах, вызванные механическим полем. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2001;

Суворова А. И., Тюкова И. С., Сафронов А. П., Адамова Л. В. Высокомолекулярные соединения: Лабораторный практикум. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2006.

Общие и специальные курсы лекций, впервые разработанные для студентов химического, биологического и физического факультетов УрГУ:

«Теория растворов» (А. А. Тагер, 1952), «Высокомолекулярные соединения» (А. А. Тагер, 1958), «Физико-химия полимеров» (А. А. Тагер, 1958), «Строение

молекул и химическая связь» (А. И. Суворова, 1968), «Квантовая химия» (А. И. Суворова, 1972), «Физика полимеров» (С. А. Вшивков, 1975), «Физические методы исследования» (Б. И. Лирова, 1977), «Полимерные композиционные материалы» (С. А. Вшивков, 1985), «Ядерный магнитный резонанс полимерных систем» (Б. И. Лирова, 1990), «Экология производства и применения полимерных материалов» (Б. И. Лирова, 1994), «Анализ полимеров» (Е. В. Русинова, 1995), «Проблемы спектроскопических методов исследования полимеров» (Б. И. Лирова, 1995), «Расчетные методы в термодинамике полимеров» (А. П. Сафронов, 1997), «Термохимия и теплофизика полимерных систем» (А. П. Сафронов, 1997), «Проблемы экологии производства и применения полимерных материалов» (А. И. Суворова, Б. И. Лирова, 1998), «Механизм и термодинамика образования макромолекул» (С. А. Вшивков, 1998), «Полимерные смеси и сплавы» (Л. В. Адамова, 2000), «Экологически чистые полимерные материалы» (И. С. Тюкова, Л. В. Адамова, А. И. Суворова, 2000), «Полимерные смеси и сплавы» (Л. В. Адамова, 2000), «Термодинамика растворов и смесей полимеров» (А. П. Сафронов, 2002), «Фазовые переходы полимерных систем во внешних полях» (С. А. Вшивков, 2002), «Массоперенос в полимерных системах» (И. С. Тюкова, 2003).

На протяжении всех лет существования кафедра поддерживала тесные связи с предприятиями Свердловска, Свердловской и других областей нашей страны. Можно выделить следующие основные эпизоды этой инновационной деятельности:

1955—1957 гг. — для Свердловского эбонитового завода предложен способ отбора каучуков при изготовлении губчатых резин;

1955 — 1975 гг. — заключен хоздоговор с Пермским институтом для изучения нитратов целлюлозы и полиуретанов, используемых при изготовлении бездымного пороха;

1958—1963 гг. — совместная с Оптико-механическим заводом (Свердловск) работа, посвященная физико-химическим основам метода получения полимерных скорлупчатых форм (ПСФ) для точного литья металлов. Условия и методика получения ПСФ использованы для разработки новой технологии их ускоренной вакуумной сушки. Оформлена техническая документация на новую установку, которая была передана почти 200 предприятиям СССР;

1965—1970 гг. — совместно с Институтом пластических масс (Москва) проведены исследования макропористых ионитов. Впервые показана возможность определения параметров пористой структуры полимеров с помощью методов, используемых ранее только для неорганических сорбентов. Изучено влияние качества растворителя, в котором синтезировали полимеры, на их пористую структуру;

1970—1980-е гг. — совместные с ИНЭОС АН СССР работы по синтезу и изучению пористой структуры полиарилатов и термодинамической совместимости блок-сополимеров;

1975—1978 гг. — для РТИ (Свердловск) решена задача предотвращения преждевременной вулканизации каучука серой путем заключения ее в микрокапсулы. Получено авторское свидетельство на способ получения микрокапсул;

1975—1980-е гг. — совместно с Институтом химической физики РАН (Москва) показана возможность использования метода парамагнитного зонда для изучения фазовых переходов в растворах полимеров. Получено авторское свидетельство на применение этого метода;

1975–1985 гг. — совместные с НИИ им. В. А. Каргина (Дзержинск) работы по изучению взаимодействия полимеров с наполнителями и по термодинамике совместимости полимеров в смесях. Разработан термодинамический подход для изучения систем полимер — наполнитель — пластификатор, даны рекомендации по выбору пластификаторов. Результаты работ использованы при разработке высоко-термостойких материалов, огнестойких и ударопрочных органических стекол, оптических волокон. Получено 6 авторских свидетельств на полимерные композиции. Решением Государственного комитета по науке и технике СССР кафедра назначена головной и координирующей организацией в комиссии по пластификации полимеров, состоящей из десяти научных организаций из Москвы, Твери, Владимира, Санкт-Петербурга и др.;

1975–1992 гг. — по постановлению Совета Министров СССР выполнялись работы по программе «Целлюлоза». Результаты исследования использованы при подборе технологических условий получения композиционных материалов, содержащих целлюлозу и ее производные;

1978–1993 гг. — работы по изучению межмолекулярного взаимодействия в растворах полимеров и в системах с ограниченной смешиваемостью компонентов включены в план АН СССР по проблеме «Спектроскопия атомов и молекул»;

1982–1991 гг. — выполнялись работы по программе ВПК для ПО «Оптико-механический завод» (Свердловск), отдела надежности электронной техники ЦНИИ «Циклон» (Москва), Уральского электрохимического комбината (Новоуральск). Результаты работ, связанных с разработкой полимерных герметизирующих и клеящих материалов для оптоэлектроники и изделий электронной техники, внедрены на ряде предприятий страны;

1984–1987 гг. — для Оптико-механического завода (Свердловск) решена проблема растрескивания полимерных трубок при низких температурах. В результате исследований стеклования различных полимеров рекомендовано использовать кремнийорганический каучук вместо ранее применяемого на предприятии ПВХ;

1988–1993 гг. — совместно с Институтом прикладной биотехнологии (в настоящее время Академия биотехнологии, Москва) выполнена серия работ по структуре и свойствам экологически безопасных материалов для пищевой промышленности. Результаты защищены авторским свидетельством;

1990–1992 гг. — для НИИ им. В. А. Каргина (Дзержинск) изучена термодинамика взаимодействия с водой ПАК и сополимеров ПАК с акрилатами. Разработана рецептура и технология получения ряда важных для промышленности полимерных материалов;

1992 г. — для предприятия «Химволокно» (Мытищи) проведена работа по изучению фазового равновесия в растворах ПАН и оценке порогов растворимости ПАН-волокна в смесевых растворителях, позволившая заменить в производстве экологически вредный диметилацетамид на более безопасные спиртово-водные растворы.

Экономический эффект от выполнения фундаментальных и прикладных хозяйственных работ с различными институтами и предприятиями страны (ИНЭОС АН СССР, Москва; НИИ химии и технологии полимеров, Дзержинск; ЦНИИ стоматологии, Москва; НПО «Полимер», Владикавказ; и др.) составил 4–5 руб. экономии на 1 руб. затрат;

1994–2004 гг. — проводятся хозяйственные работы с ОАО «Стройпластполимер» (Екатеринбург) по разработке экологически надежных полимерных материалов строительного назначения на основе поливинилхлорида с заданными эксплуатационными свойствами. Получен патент на изобретение кровельного материала.

С 1993 г. по настоящее время кафедра разрабатывает физико-химические основы создания полимерных композиционных материалов по единому заказ-наряду в отделе химического материаловедения НИИ ФПМ УрГУ.

В целом преподавателями и сотрудниками кафедры получено около двадцати авторских свидетельств и патентов.

С. А. Вишневков,
доктор химических наук, профессор,
заведующий кафедрой высокомолекулярных соединений,
почетный работник высшего профессионального образования РФ